

Datenbanksysteme

Übung 3: Relationaler Datenbankentwurf

Sommersemester 2017

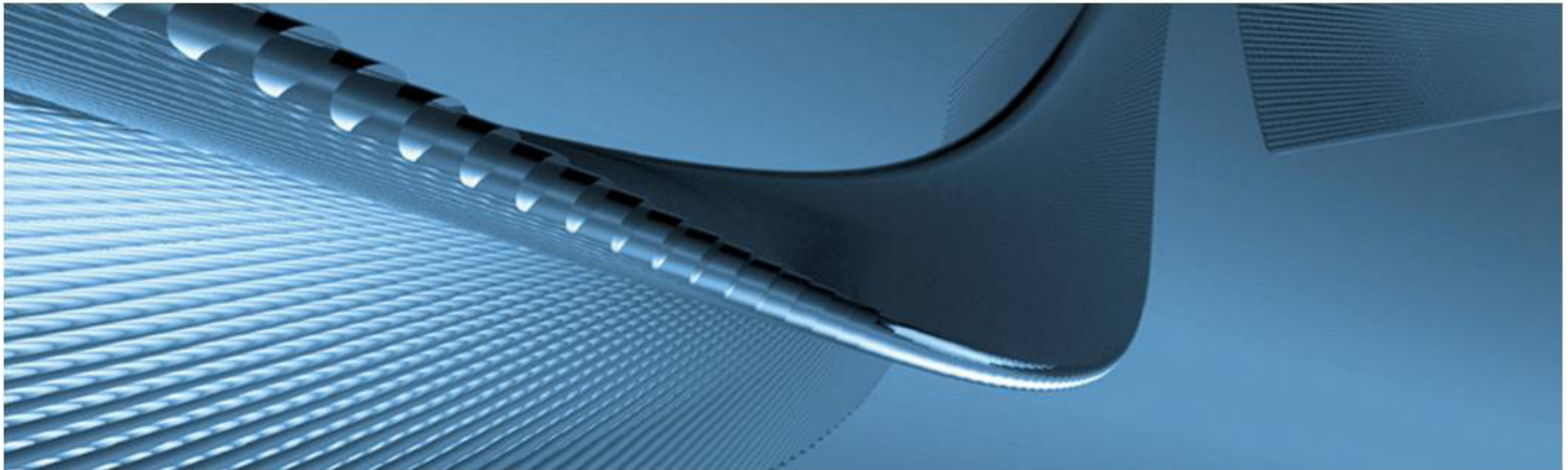
Jutta Mülle

Fakultät für Informatik

IPD, Lehrstuhl Prof. Klemens Böhm

muelle@kit.edu

<http://dbis.ipd.kit.edu/>



Aufgabe 1: Synthesealgorithmus



a) Bestimmen Sie den Schlüssel von R (A, B, C, D, E).

- Alle Attribute kommen in den FDs vor.
- B kommt nur auf der rechten Seite vor, d.h. ist nicht Bestandteil eines Schlüssels.
- $A^* = \{A, E, B\}$
- $C^* = \{C, B, E\}$
- $D^* = \{D, B, E\}$
- $E^* = \{E, B\}$
- $AC^* = \{A, C, E, D, B\}$
- AC ist Schlüssel, da AC^* alle Attribute von R enthält und AC minimal ist.
- Kein anderer Schlüssel vorhanden, da mind. A und C im Schlüssel, weil sie nicht auf den rechten Seiten der FDs vorkommen.

Funktionale Abhängigkeiten		
A	→	E
AC	→	D
D	→	BE
E	→	B
C	→	BE



Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

b) Geben Sie eine minimale, verbundtreue und abhängigkeitsstreue Zerlegung von R an, deren Relationen in dritter Normalform sind.

Funktionale Abhängigkeiten		
A	→	E
AC	→	D
D	→	BE
E	→	B
C	→	BE

Synthese-
algorithmus
anwenden!

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

– Gewährleistung der Verbundtreue

1. Einführung **neuer FD**:



Funktionale Abhängigkeiten

$ABCDE \rightarrow \delta$

$A \rightarrow E$

$AC \rightarrow D$

$D \rightarrow BE$

$E \rightarrow B$

$C \rightarrow BE$

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

Funktionale Abhängigkeiten

ABCDE \rightarrow δ

A \rightarrow E

AC \rightarrow D

D \rightarrow BE

E \rightarrow B

C \rightarrow BE

2. Rechtsreduktion:

Alle FDs werden so zerlegt, dass sie nur ein Attribut auf der rechten Seite haben.

A \rightarrow E, AC \rightarrow D, D \rightarrow B, D \rightarrow E, E \rightarrow B, C \rightarrow B, C \rightarrow E,

ABCDE \rightarrow δ

D \rightarrow BE ist aus D \rightarrow B und D \rightarrow E abzuleiten (Projektionsregel).

Dies gilt auch für C \rightarrow B E.

RAP-Algorithmus (2)

- Ziel: Lösung des Membership-Problems:
„ $X \rightarrow Y \in F^+$?“
- Algorithmus:
 1. Bestimme X , setze $X^* := X$
(R-Regel für X).
 2. Gibt es FD $f_1 := X_1 \rightarrow Y_1 \in F$ mit $X_1 \subseteq X^*$?
 3. Wenn ja, dann wird X^*
gemäß $X^* := X^* \cup Y_1$ vergrößert (A-Regel).
 4. Führe Schritt 2 und 3 so lange aus,
bis X^* stabil (Hülle).
 5. Ist $Y \subseteq X^*$, dann ist $X \rightarrow Y \in F^+$ (P-Regel)

Einleitung
 FDs
FDs –
Ableitung
 Anomalien
 Transform.-
 Eigenschaft.
 Schema-
 eigenschaft.
 Entwurfs-
 verfahren
 Weitere
 Abh.keiten
 Schluss

Aus Vorlesungsfolien Kap. 7

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

Funktionale Abhängigkeiten

nach Schritt 2

ABCDE \rightarrow δ

A \rightarrow E

AC \rightarrow D

D \rightarrow B

D \rightarrow E

E \rightarrow B

C \rightarrow B

C \rightarrow E

3. Eliminierung der überflüssigen Attribute auf der linken Seite - **Linksreduktion:**

A B C D E \rightarrow δ wird auf A C \rightarrow δ reduziert.

Syntheseverfahren Komplexität (2)

- Eliminierung redundanter FDs ist in $O(n \cdot m)$.
 - n – Anzahl der funktionalen Abhängigkeiten,
 - m – Anzahl der Attribute.
 - Wir müssen n funktionale Abhängigkeiten betrachten (eine nach der anderen – Faktor n).
 - Ist rechte Seite dieser Abhängigkeit in Hülle der linken Seite bezüglich der restlichen Abhängigkeiten? (D. h. Lösung des Membership-Problems – Faktor m .)

Einleitung

FDs

FDs –
Ableitung

Anomalien

Transform.-
Eigenschaft.

Schema-
eigenschaft.

Entwurfs-
verfahren

Weitere
Abh.keiten

Schluss

Aus Vorlesungsfolien Kap. 7

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

4. **Reduktion redundanter FDs:**
(Membership-Problem mit RAP-Algorithmus)
 $D \rightarrow B$ kann aus $D \rightarrow E$ und $E \rightarrow B$ abgeleitet werden.
Ebenfalls abgeleitet werden kann $C \rightarrow B$.
Daher entfallen diese beiden FDs.

Funktionale Abhängigkeiten nach Schritt 3

~~$AC \rightarrow \delta$~~

$A \rightarrow E$

$AC \rightarrow D$

~~$D \rightarrow B$~~

$D \rightarrow E$

$E \rightarrow B$

~~$C \rightarrow B$~~

$C \rightarrow E$

Funktionale Abhängigkeiten nach Schritt 4

$AC \rightarrow \delta$

$A \rightarrow E$

$AC \rightarrow D$

$D \rightarrow E$

$E \rightarrow B$

$C \rightarrow E$

Syntheseverfahren Komplexität (3)

- Eliminierung überflüssiger Attribute ist in $O(l \cdot m)$.
 - m – Anzahl der Attribute,
 - l – Anzahl der Vorkommen von Attributen,
 - wächst polynomiell mit m (wird hier nicht gezeigt).
 - l – Illustration:
 - $F' = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow C, B \rightarrow A, C \rightarrow E\}$.
 - $l = 3$ (für A) + 3 (für B) + 2 (für C) + 1 (für E)
 - Ist A in Abhängigkeit $,AB \rightarrow C'$ überflüssig?
 - $F'_o := (F' \setminus \{AB \rightarrow C\}) \cup \{B \rightarrow C\}$. Ist $F' \equiv F'_o$?
 - Bzw. ist $B \rightarrow C$ in der Hülle von F' ?
(Lösung des Membership-Problems.)
 - Umgekehrte Richtung, ob $AB \rightarrow C$ in der Hülle von F'_o ,
ist trivial. (Wenn $,B \rightarrow C'$ gilt, dann natürlich auch $,AB \rightarrow C'$.)

Einleitung
 FDs
 FDs –
 Ableitung
 Anomalien
 Transform.-
 Eigenschaft.
 Schema-
 eigenschaft.
Entwurfs-
 verfahren
 Weitere
 Abh.keiten
 Schluss

Aus Vorlesungsfolien Kap. 7

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

Funktionale Abhängigkeiten nach Schritt 4	
AC	→ δ
A	→ E
AC	→ D
D	→ E
E	→ B
C	→ E

Falls

$E \rightarrow A$

⇒ Äquivalenz

5. Zusammenfassung – Äquivalenzklassen bilden:
Alle funktionalen Abhängigkeiten mit gleicher oder äquivalenter linker Seite werden zu einer Äquivalenzklasse zusammengefasst.
Dadurch entstehen 5 Äquivalenzklassen:
{A C}, {A}, {C}, {D}, {E}

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

Ergebnis der Zerlegung gemäß des Syntheseverfahrens:

- $FD1: AC \rightarrow D, \delta$
- $FD2: A \rightarrow E$
- $FD3: D \rightarrow E$
- $FD4: E \rightarrow B$
- $FD5: C \rightarrow E$

Die Synthese liefert die folgenden Relationen (Attribute, Schlüssel):

$$S = \{ (A C D, \{AC\}), \\ (\underline{A} E, \{A\}), \\ (D E, \{D\}), \\ (E B, \{E\}), \\ (\cancel{C} E, \{C\}) \\ \}$$

Aufgabe 1: 3NF (ergänzt)

Begründen Sie kurz, warum Ihre Zerlegung verbundtreu und abhängigkeittreu ist.

Alle gegebenen Abhängigkeiten sind durch Schlüssel repräsentiert, d.h. *Abhängigkeitstreue*.

Der Universalschlüssel (A C) ist in der Relation:
(A C D , {A C})
enthalten, d.h. *Verbundtreue*.

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

c) In welcher höchsten Normalform befinden sich die resultierenden Relationen aus Teilaufgabe b)?

$$S = \{ (A C D, \{AC\}), \\ (A E, \{A\}), \\ (D E, \{D\}), \\ (E B, \{E\}), \\ (C E, \{C\}) \}$$

Funktionale Abhängigkeiten

A	→	E
AC	→	D
D	→	BE
E	→	B
C	→	BE

- Alle Relationen im Schema sind mindestens in 3NF (als Ergebnis des Synthesealgorithmus)
- 1NF: atomare Attributwertebereiche gemäß Vorgabe
- 2NF: keine partiellen Abhängigkeiten, D ist nur von AC zusammen abhängig, ansonsten nur einelementige Schlüssel
- 3NF: keine transitiven Abhängigkeiten vorhanden. Es ist jeweils nur ein Nichtschlüsselattribut in den Relationen enthalten.

Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

c) In welcher höchsten Normalform befinden sich die resultierenden Relationen aus Teilaufgabe b)?

$$S = \{ (A C D, \{AC\}), \\ (A E, \{A\}), \\ (D E, \{D\}), \\ (E B, \{E\}), \\ (C E, \{C\}) \}$$

Funktionale Abhängigkeiten

A → E
AC → D
D → BE
E → B
C → BE

- Alle Relationen haben nur einen Schlüssel(kandidaten) und sind in 3NF. Damit sind sie auch in BCNF.
- Da keine mehrwertigen Abhängigkeiten vorhanden sind, befinden sich auch alle Relationen in 4NF.

2 Funktionale Abhängigkeiten, Schlüsselbestimmung

Gegeben sei das Relationenschema $R (A, B, C, D, E, F)$ und zwei Mengen $F1$ und $F2$ funktionaler Abhängigkeiten über R . Bei allen Attributen handelt es sich um atomare Datentypen.

$$F1 = \{ A \rightarrow C, B \rightarrow DE, D \rightarrow E, DE \rightarrow F \}$$

$$F2 = \{ AB \rightarrow CFE, C \rightarrow D, D \rightarrow A \}$$

- a) Menge aller Schlüssel?
- b) Höchste Normalform?
- c) Bei Bedarf Zerlegung in 3 NF-Relationenschemata:
minimal, verbundtreu, abhängigkeittreu (d.h. abh.bewahrend)

Wieso sind Redundanzen in Basisrelationen unerwünscht?

- Belegen unnötigen Speicherplatz
- Information redundant
 - Einfüge- / Update- / Löschanomalie

→ Redundanzvermeidung durch Normalformen

Aufgabe 2

Gegeben sei das Relationenschema $R(A, B, C, D, E, F)$ und zwei Mengen F_1 und F_2 funktionaler Abhängigkeiten über R . Bei allen Attributen handelt es sich um atomare Datentypen.

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Bestimmen Sie **jeweils** für F_1 und F_2 :

2.1) Die Menge aller Schlüssel für R .

Aufgabe 2.1

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

- Attribute auf der linken Seite: $\{A, B, D, E\} \Rightarrow C$ und F damit direkt auszuschließen
- Redundanzreduktion:
 D redundant durch $B \rightarrow D$,
 E redundant durch $B \rightarrow E$
- \Rightarrow Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}\}$

Aufgabe 2.1

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

- Attribute auf der linken Seite: $\{A, B, C, D\} \Rightarrow E$ und F damit direkt auszuschließen
- Redundanzreduktion:
 - D redundant durch $AB \rightarrow C \rightarrow D$, C redundant durch $AB \rightarrow C$, bleiben $\{A, B\}$
 - C redundant durch $D \rightarrow A$ und $AB \rightarrow C$, A redundant durch $D \rightarrow A$, bleiben $\{D, B\}$
 - A redundant durch $C \rightarrow D \rightarrow A$, D redundant durch $C \rightarrow D$, bleiben $\{C, B\}$
- \Rightarrow Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

Aufgabe 2.2

Gegeben sei das Relationenschema $R(A, B, C, D, E, F)$ und zwei Mengen F_1 und F_2 funktionaler Abhängigkeiten über R . Bei allen Attributen handelt es sich um atomare Datentypen.

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Bestimmen Sie **jeweils** für F_1 und F_2 :

2.2) Die höchste Normalform (1NF, 2NF, 3NF, BCNF), in der sich R befindet. Begründen Sie kurz Ihre Antwort.

Aufgabe 2.2

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}\} \Rightarrow$ Nicht-Primattribute: $\{C, D, E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.

Aufgabe 2.2

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}\} \Rightarrow$ Nicht-Primattribute: $\{C, D, E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.
- 2NF: nein, da Nicht-Primattribute partiell vom Schlüssel abhängen, z.B. $A \rightarrow C$ wobei C Nicht-Primattribut ist, und A Teil eines Schlüssels.

Aufgabe 2.2

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}\} \Rightarrow$ Nicht-Primattribute: $\{C, D, E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.
- 2NF: nein, da Nicht-Primattribute partiell vom Schlüssel abhängen, z.B. $A \rightarrow C$ wobei C Nicht-Primattribut ist, und A Teil eines Schlüssels.
- 3NF: $\neg 2NF \Rightarrow \neg 3NF$
- BCNF: $\neg 3NF \Rightarrow \neg BCNF$

\Rightarrow Höchste Normalform: 1NF

Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

\Rightarrow Nicht-Primattribute: $\{E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.

Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

\Rightarrow Nicht-Primattribute: $\{E, F\}$

- 2NF: ja, es gibt keine partiellen Abhängigkeiten von Nicht-Primattributen.

Die einzigen Nicht-Primattribute E und F hängen nur voll vom Schlüssel ab.

Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

\Rightarrow Nicht-Primattribute: $\{E, F\}$

- 3NF: ja. Für 3NF sind ebenfalls nur E und F auf transitive Abhängigkeit zu prüfen. Beide können nur über AB direkt erzeugt werden.

Warum ist z.B. $CB \rightarrow AB \rightarrow E$ nicht zu prüfen?

Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel: $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

\Rightarrow Nicht-Primattribute: $\{E, F\}$

- BCNF: nein. Für BCNF müssen auch Primattribute auf Transitivität geprüft werden: $AB \rightarrow C \rightarrow D$ ist transitiv und damit R nicht in BCNF.

\Rightarrow Höchste Normalform: 3NF

Aufgabe 2.3

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Bestimmen Sie **jeweils** für F_1 und F_2 :

c) Falls R noch nicht in 3NF ist: Geben Sie eine minimale, verbundtreue, abhängigkeiterhaltende Zerlegung von R an, welche in dritter Normalform ist. Benutzen Sie für das Ergebnis Ihrer Zerlegung die Notation $S = \{(R_1, K_1), \dots, (R_n, K_n)\}$, wobei für R_i Relationenschemata und K_i für die entsprechenden Schlüsselmengeten stehen.

Aufgabe 2.3

Für R unter F_2 :

- Relation bereits in 3NF
- Minimalität, Verbundtreue und Abhängigkeitstreue trivial gegeben.

Aufgabe 2.3

Für R unter F_1 :

$$F_1 = \{ \begin{array}{l} A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \end{array} \}$$

1. Einführung einer Dummy-FD für Verbundtreue

Aufgabe 2.3

Für R unter F_1 :

$$F_1 = \{ \begin{array}{ll} ABCDEF & \rightarrow \delta, \\ A & \rightarrow C, \\ B & \rightarrow DE, \\ D & \rightarrow E, \\ DE & \rightarrow F \end{array} \}$$

2. Rechtsreduktion

Aufgabe 2.3

Für R unter F_1 :

$$F_1 = \{ \begin{array}{ll} ABCDEF & \rightarrow \delta, \\ A & \rightarrow C, \\ B & \rightarrow D, \\ B & \rightarrow E, \\ D & \rightarrow E, \\ DE & \rightarrow F \end{array} \}$$

3. Linksreduktion

Aufgabe 2.3

Für R unter F_1 :

$$F_1 = \{ AB \rightarrow \delta, \\ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow D, \\ B \rightarrow E, \\ D \rightarrow E, \\ D \rightarrow F \}$$

4. Reduktion redundanter FD

Aufgabe 2.3

Für R unter F_1 :

$$F_1 = \{ AB \rightarrow \delta, \\ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow D, \\ B \rightarrow E, \\ D \rightarrow E, \\ D \rightarrow F \}$$

5. Äquivalenzklassen der linken Seiten bilden

Aufgabe 2.3

Für R unter F_1 :

$$F_1 = \{ AB \rightarrow \delta, \\ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow D, \\ D \rightarrow E, \\ D \rightarrow F \}$$

Äquivalenzklassen: $\{AB\}, \{A\}, \{B\}, \{D\}$

Ergebnis der Zerlegung:

$$S = \{(\{A, B\}, \{\{A, B\}\}), (\{A, C\}, \{\{A\}\}), (\{B, D\}, \{\{B\}\}), (\{D, E, F\}, \{\{D\}\})\}$$

3 Mehrwertige Abhängigkeiten - Einführung -

Anschaulich:

Multi-Value Dependency (MVD):

Jeder Wert des abhängigen Attributes kommt in Kombination mit allen Werten der anderen Attribute vor.

(Redundanzbehaftet.)

Formal:

r genügt der MVD $X \twoheadrightarrow Y$ genau dann, wenn
 $\forall t_1, t_2 \in r: [(t_1 \neq t_2 \wedge t_1(X) = t_2(X))$
 $\Rightarrow \exists t_3 \in r: t_3(X) = t_1(X) \wedge t_3(Y) = t_1(Y) \wedge t_3(Z) = t_2(Z)]$

Vierte Normalform:

Keine nichttrivialen MVDs zulassen.

D. h. Relation soll aufgespalten werden.

3a) Mehrwertige Abhängigkeiten

Nehmen Sie an, dass $A \twoheadrightarrow B$ eine mehrwertige Abhängigkeit in der Relation $R1$ ist. Gehen Sie von den Beispieletupeln in der folgenden Tabelle aus. Welche anderen Tupel sind dann ebenfalls in der Relation enthalten?

R1		
A	B	C
...
1	2	3
1	4	5
1	6	7
...

3a) Mehrwertige Abhängigkeiten

R		
A	B	C
...
1	2	3
1	4	5
1	6	7
...
1	2	5
1	2	7
1	4	3
1	4	7
1	6	3
1	6	5
...

sind durch
MVD erzwingbar

3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

R2		
A	B	C
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

R2		
A	B	C
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

b1) $C \twoheadrightarrow B$

b2) $BC \twoheadrightarrow C$

b3) $A \twoheadrightarrow C$

b4) $BC \twoheadrightarrow A$

3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

R2		
A	B	C
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

b1) $C \twoheadrightarrow B$

b2) $BC \twoheadrightarrow C$

b3) $A \twoheadrightarrow C$

welcher Tupel fehlt? (1, 3, 3)

b4) $BC \twoheadrightarrow A$

3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

R2		
A	B	C
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

- b1) $C \twoheadrightarrow B$, MVD gilt, es gibt 2 Paare von Tupeln (1 und 2 sowie 4 und 5), die durch Vertauschen der B-Werte gerade das jeweils andere Tupel bilden.
- b2) $BC \twoheadrightarrow C$, MVD gilt, da durch Gleichheit der linken Seite (BC) auch die rechte Seite (C) gleich ist und keine Kombinationen erforderlich macht.
- b3) $A \twoheadrightarrow C$, MVD gilt nicht. Es fehlt Tupel (1,3,3)
- b4) $BC \twoheadrightarrow A$ MVD gilt, da Rest der Relation (,Z' in der formalen Definition) leer ist und damit keine Kombinationen erforderlich macht.

4a) Mehrwertige Abhängigkeiten

Analysieren Sie die folgenden Relationen auf funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten und verdeutlichen Sie Ihr Ergebnis anhand von Beispieldaten (Schlüssel ist unterstrichen):

a) *Lehrer-Hobby* (L-Name, Fach, Hobby)

beschreibt die Fächer, die ein Lehrer lehren kann, und seine Hobbies.

4a) Mehrwertige Abhängigkeiten

Analysieren Sie die folgenden Relationen auf funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten und verdeutlichen Sie Ihr Ergebnis anhand von Beispieldaten (Schlüssel ist unterstrichen):

a) *Lehrer-Hobby* (L-Name, Fach, Hobby)

beschreibt die Fächer, die ein Lehrer lehren kann, und seine Hobbies.

L-Name $\rightarrow\rightarrow$ *Fach*

L-Name $\rightarrow\rightarrow$ *Hobby*.

Lehrt ein Lehrer X Englisch und Deutsch und hat als Hobbys Segeln und Lesen, so sind in der Relation die Tupel

(X, Englisch, Segeln), (X, Englisch, Lesen), (X, Deutsch, Segeln) und (X, Deutsch, Lesen)

enthalten.

4b) Mehrwertige Abhängigkeiten

Lehrer-Klasse (L-Name, Fach, Klasse)
beschreibt die Fächer, die ein Lehrer in einer Klasse lehrt.

keine mehrwertigen
Abhängigkeiten!

*Es existieren keine mehrwertigen (außer den funktionalen)
Abhängigkeiten.*

*Argumentation: Welches Fach ein Lehrer lehrt, hängt von der
jeweiligen Klasse ab (Stundenplan in einem Schuljahr). Beispiel:
Gibt ein Lehrer Englisch in Klasse 6, so muss er keinesfalls
auch in Klasse 7 Englisch lehren, sondern kann z.B. Sport
geben.*